

# 近年育成された中晩生カンキツ数品種に含まれる 糖，有機酸，アミノ酸およびフラボノイド類の組成

林田誠剛，井手 勉<sup>1)</sup>，徳嶋知則<sup>2)</sup>

キーワード：アルギニン，ヘスペリジン，可溶性固形物率，オーラプテン，滴定酸度

Composition of the Sugar, Organic Acid, Amino Acid and Flavonoids Included  
in Several Cultivar of Medium-late Maturing Citrus Fruit that Bred in Late Years.

Seigo HAYASHIDA, Tsutomu IDE, Tomonori TOKUSHIMA

## 目 次

1. 緒言
2. 材料および方法
  - 1) 糖および有機酸組成の品種間差異
  - 2) アミノ酸組成の品種間差異
  - 3) フラボノイド類等の品種間差異
3. 結果
  - 1) 糖および有機酸組成の品種間差異
  - 2) アミノ酸組成の品種間差異
  - 3) フラボノイド類等の品種間差異
4. 考察
  - 1) 糖組成の品種間差異について
  - 2) 有機酸組成の品種間差異について
  - 3) アミノ酸組成の品種間差異について
  - 4) フラボノイド類の品種間差異について
  - 5) 果皮に含まれるオーラプテンについて
5. 摘要
6. 引用文献

## Summary

---

<sup>1)</sup>元長崎県果樹試験場

<sup>2)</sup>現長崎県島原振興局

## 1. 緒言

珠心胚実生による突然変異を利用した育種が多いウンシュウミカンと異なり、中晩生カンキツでは交雑育種が主体であり、その結果、様々な特徴ある品種が育成されてきている。近年、消費者の多様なニーズに応えるため、その育種目標として従来からあった外観や食味、果実の大きさ、色、収量などに加え、機能性成分の多少もその品種が

持つ特性として重要な評価のポイントのひとつになりつつある。

ここでは近年育成された品種を中心として、数品種を供試し、食味に関連する成分である糖、酸、アミノ酸と機能性成分であるフラボノイド類についてその組成を調査したので、その概要を報告する。

## 2. 材料および方法

### 1) 糖および有機酸組成の品種間差異

2006年12月11日、場内に植栽した中晩生カンキツ 9品種の果実をそれぞれ 3果ずつ採取し、分析に供した。供試品種は「天草」、「不知火」、「せとか」、「たまみ」、「はるか」、「はるみ」、「はれひめ」、「べにばえ」および「麗紅」で、その来歴等を表 1に示した。

果実は剥皮後、果肉を搾汁し、可溶性固形物率は屈折糖度計により、滴定酸度は一定量の果汁を搾汁し、0.156規定の水酸化ナトリウムで中和滴定し、滴定量をクエン酸含量に換算して算出した。また、ヒトが感じる甘さの指数として甘味度を都築ら<sup>23)</sup>の結果から下記の計算式を用いて算出した。

$$\text{甘味度} = \text{ショ糖含量} \times 1.00 + \text{ブドウ糖含量} \times 0.573 + \text{果糖含量} \times 1.244$$

糖は果汁を孔径0.45 $\mu\text{m}$ のセルロースアセテートタイプメンブレンフィルターで濾過し、島津製作所製高速液体クロマトグラフ装置SCL-10Avpを用い、HPLC法で分別、定量した。測定条件はカラムがSim-pack SCR-101P、移動相が純水、流量が1.0ml/min、カラム温度が80 $^{\circ}\text{C}$ で、検出器は示差屈折率計RID-10Aを用いた。

有機酸は果汁を糖と同様の方法で調整し、HPLC法で分別、定量した。測定条件はカラムがSim-pack SCR-102H、移動相がp-トルエンスルホン酸、流量が0.8ml/min、カラム温度が40 $^{\circ}\text{C}$ で、検出器は電気伝導度計CDD-6Aを用いた。

### 2) アミノ酸組成の品種間差異

2008年 2月29日、場内に植栽した中晩生カンキツ 8品種の果実をそれぞれ 3果ずつ採取し、分析

に供した。供試品種は「不知火」、「せとか」、「たまみ」、「はるか」、「はるみ」、「べにばえ」、「麗紅」および「津之輝」である。搾汁後、屈折糖度計で可溶性固形物率を測定し、同じ果汁をアミノ酸分析に供した。

アミノ酸は果汁を糖の定量と同じメンブレンフィルターで濾過し、10倍に希釈して、日本分光製高速液体クロマトグラフLC-Net II/ADCを用い、分別、定量した。測定条件はカラムがISC-07/S15 04 (Na型)、移動相の基本液が水酸化ナトリウムにクエン酸三ナトリウム・二水塩とエタノールを添加したもの、流量が0.3ml/min、カラム温度が55 $^{\circ}\text{C}$ で、検出器は蛍光分光光度計FP-2052を用いた。

### 3) フラボノイド類等の品種間差異

2006年11月24日、場内に植栽した中晩生カンキツ 8品種の果実をそれぞれ 3果ずつ採取し、分析に供した。供試品種は「イヨカン」、「せとか」、「たまみ」、「はるか」、「はれひめ」、「べにばえ」および「麗紅」である。

果汁に含まれる水溶性のフラボノイド類の分析にはGMI社製ベックマンシステムゴールド高性能液体クロマトグラフ装置を用い、検出器はダイオードアレイ、カラムはYMC J'sphere ODS-L8 0、移動相はアセトニトリルを用いた。

果皮に含まれる水溶性フラボノイド類の分析は果汁と同様な方法で、また脂溶性フラボノイド類およびオーラプテンの分析にはアジレント社製高性能液体クロマトグラフ装置HP1100、検出器はダイオードアレイ、カラムはYMC J'sphere OD S-L80、移動相はアセトニトリルを用いた。

表1 分析に供した品種の来歴

| 品種名  | 分析項目           |      |         | 来歴                  | 品種登録年 |
|------|----------------|------|---------|---------------------|-------|
|      | 糖・有機酸          | アミノ酸 | フラボノイド類 |                     |       |
| 天草   | ○ <sup>z</sup> |      |         | (清見×興津早生)×ページ       | 1995  |
| イヨカン |                |      | ○       | 不明                  | —     |
| 不知火  | ○              | ○    |         | 清見×ポンカン「中野3号」       | —     |
| せとか  | ○              | ○    | ○       | (清見×アンコール)×マーコット    | 2001  |
| たまみ  | ○              | ○    | ○       | 清見×ウイルキング           | 2006  |
| 津之輝  |                | ○    |         | (清見×興津早生)×アンコール     | 2009  |
| はるか  | ○              | ○    | ○       | 「日向夏」の自然交雑実生        | 1996  |
| はるみ  | ○              | ○    |         | 清見×ポンカン「F-2432」     | 1999  |
| はれひめ | ○              |      | ○       | E-647(清見×オセオラ)×宮川早生 | 2004  |
| べにばえ | ○              | ○    | ○       | (林温州×福原オレンジ)×アンコール  | 2008  |
| 麗紅   | ○              | ○    | ○       | (清見×アンコール)×マーコット    | 2005  |

<sup>z</sup> ○は供試品種を示す

### 3. 結果

#### 1) 糖および有機酸組成の品種間差異

可溶性固形物率は「べにばえ」が最も高く、次いで「不知火」, 「たまみ」の順であった(表1)。全糖含量も「べにばえ」が最も多く、可溶性固形物率とほぼ同様の傾向であった。可溶性固形物率と全糖含量の間には高い正の相関がみられ(図1), 可溶性固形物率は全糖より8~

外の品種との間に有意な差が認められた(図4)。

中和滴定によって算出した滴定酸度は「はるみ」が最も高く、「せとか」, 「不知火」の順で、「はれひめ」および「はるか」は1g/100mlより少なかった(表2)。一方、高速液体クロマトグラフによる有機酸の定量値も滴定酸度と同様の傾向であり、両者には高い正の相関がみ

糖の組成は「たまみ」を除いて、ショ糖が50~70%, ブドウ糖と果糖がそれぞれ15~25%であった(図3)。「たまみ」は他の品種と組成が大きく異なっており、ブドウ糖が存在せず、ショ糖が91.5%, 果糖が8.5%とショ糖の比率が極めて高かった。甘味度はおおむね可溶性固形物率や全糖含量とほぼ比例していたが、ブドウ糖が含まれない「たまみ」が最も高く、「べにばえ」以

表2 糖および酸の品種間差異

| 品 種  | 糖                  |                 | 酸                |                  |
|------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|
|      | 可溶性固形物率<br>(Brix)  | 全糖<br>(g/100ml) | 滴定酸<br>(g/100ml) | 有機酸<br>(g/100ml) |
| べにばえ | 13.6a <sup>z</sup> | 12.44a          | 1.05b            | 1.52d            |
| 不知火  | 13.4a              | 11.56ab         | 1.92a            | 2.18ab           |
| たまみ  | 13.2ab             | 12.23ab         | 1.07b            | 1.63cd           |
| はるみ  | 13.1ab             | 11.03abc        | 2.25a            | 2.45a            |
| はれひめ | 11.7bc             | 10.67bc         | 0.83b            | 1.30d            |
| せとか  | 11.2c              | 8.52d           | 2.09a            | 1.96bc           |
| はるか  | 10.9c              | 9.46bc          | 0.83b            | 1.41d            |
| 麗紅   | 10.9c              | 9.01d           | 1.80a            | 2.15ab           |
| 天草   | 10.3c              | 9.02d           | 1.27b            | 1.62c            |

<sup>z</sup> 縦の異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%レベルで有意差あり

られた (図 2) . 滴定酸度は「せとか」を除いて、有機酸よりも 8~41%低い値を示した

有機酸の組成は「はるか」を除いてクエン酸が85~97%を占めており、残りはリンゴ酸である

った (図 5) . 「はるか」は他の品種と組成が大きく異なっており、クエン酸とリンゴ酸がほぼ同等の割合で含まれていた.

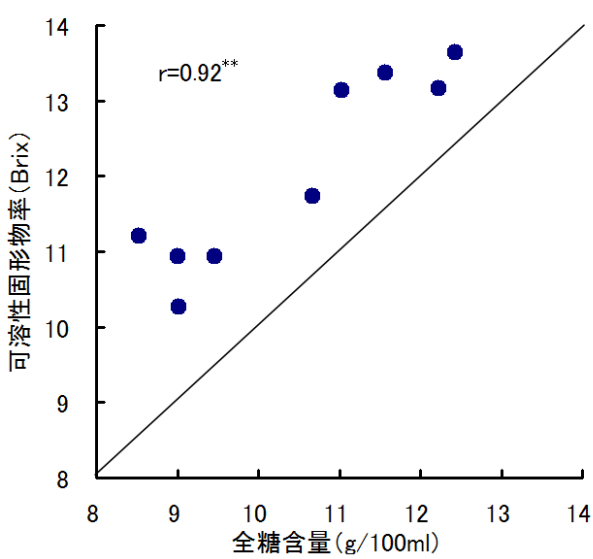


図 1 糖含量と可溶性固形物率の関係

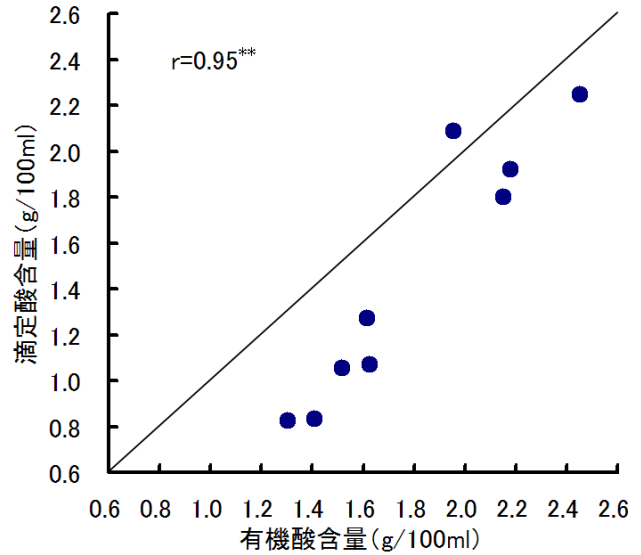


図 2 有機酸含量と滴定酸含量の関係

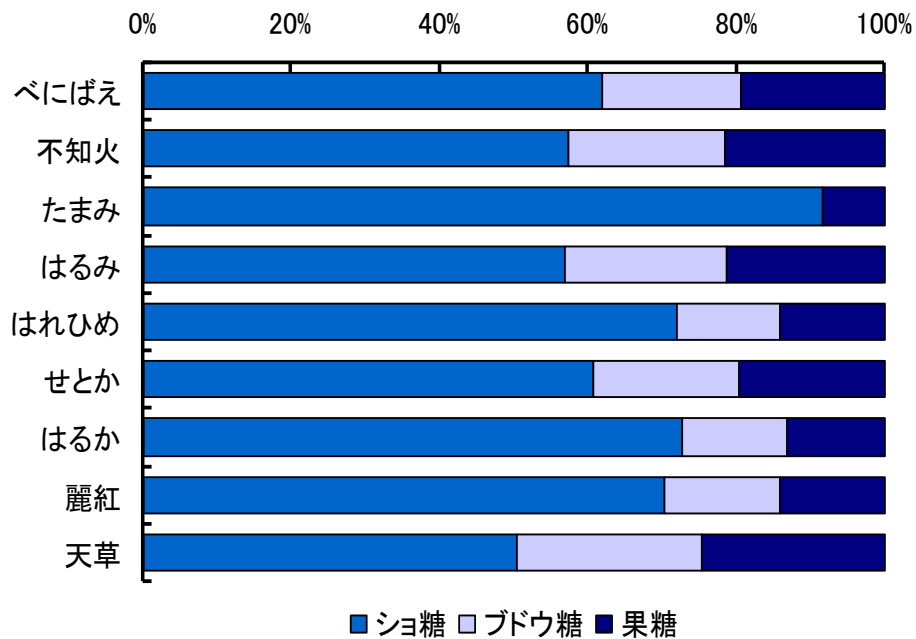


図 3 糖組成の品種間差異

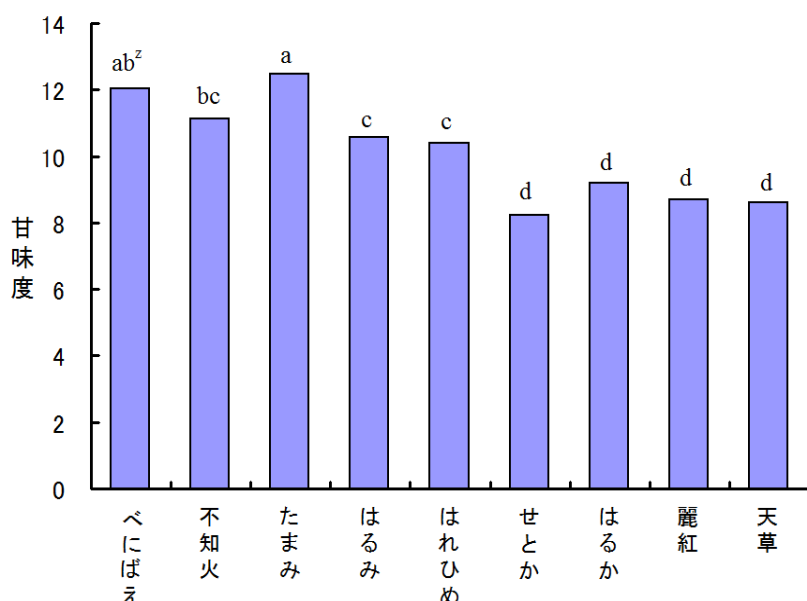


図4 甘味度の品種間差異

<sup>2</sup> 異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%レベルで有意差あり

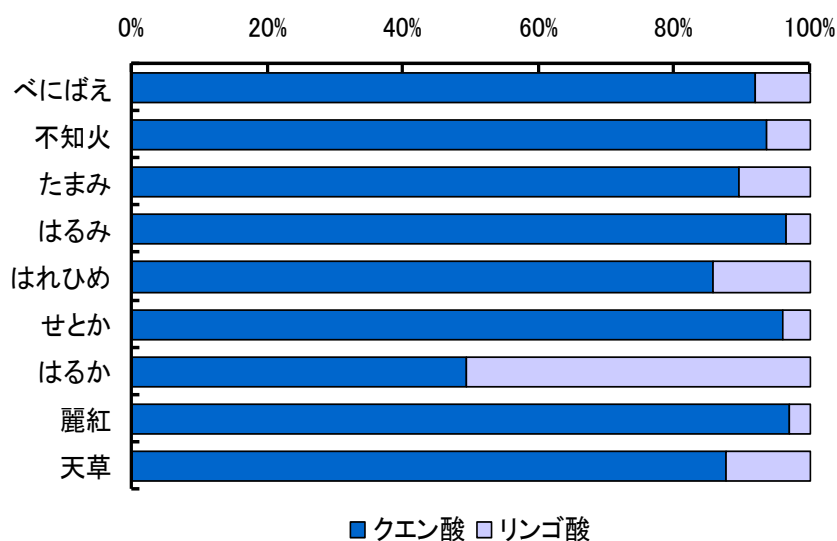


図5 有機酸組成の品種間差異

## 2) アミノ酸組成の品種間差異

遊離アミノ酸は「不知火」に最も多く含まれ、「せとか」が最も少なく、両品種の間には有意な差が認められた(図6)。他の品種は300mg/100g程度含まれていた。

アミノ酸の組成は供試したすべての品種でアルギニンが最も多く含まれ、次いでプロリンが多いのは「べにばえ」、「たまみ」、「せとか」、「はるか」、「麗紅」、「津之輝」で、セリンが多いのは「不知火」と「はるみ」であった(図7)。組成に差がみ

られたのは旨味成分と言われるアスパラギン酸とグルタミン酸で、アスパラギン酸が多いのは「不知火」、「はるみ」および「はるか」で、グルタミン酸が多いのは「せとか」と「麗紅」であった。γ-アミノ酪酸(GABA)はいずれの品種も5%程度含まれていた。

また、各品種の可溶性固形物率とアミノ酸総量との相関を見たところ、両者には高い正の相関が認められた(図8)。

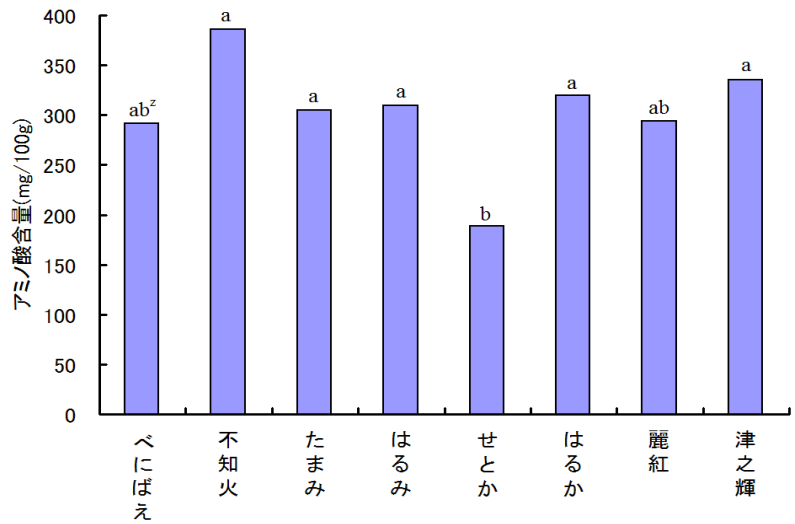


図6 果汁に含まれる総アミノ酸含量

<sup>z</sup> 異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%レベルで有意差あり

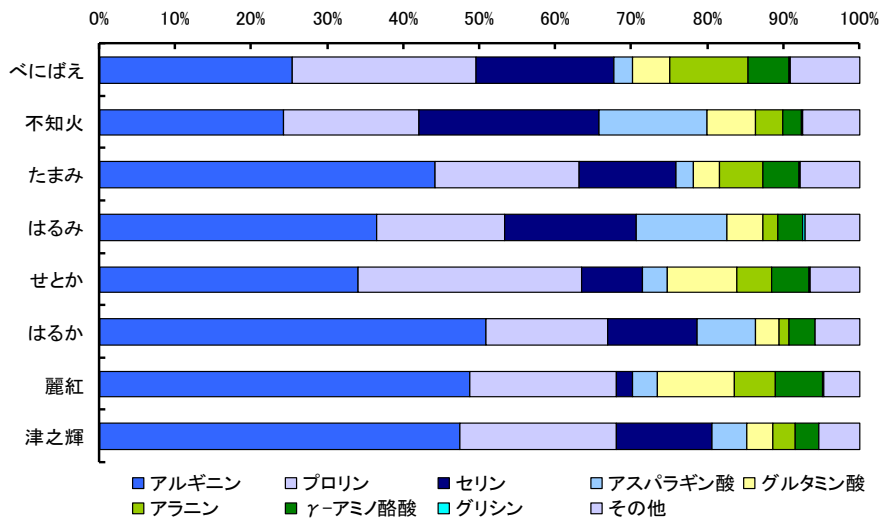


図7 果汁に含まれるアミノ酸組成の品種間差異

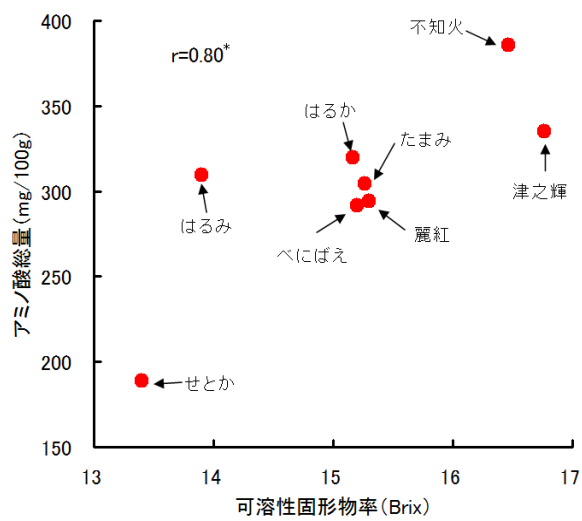


図8 可溶性固形物率とアミノ酸総量との関係

### 3) フラボノイド類等の品種間差異

#### (1) フラボノイド類

果汁に含まれるフラボノイド類の総量は後述する果皮に比べ少なく、最も多い「たまみ」で0.21mg/ml、最も少ない「せとか」で0.09mg/mlであった(図9)。最も多い「たまみ」と他の品種の間にはその含量に有意な差が認められた。フラボノイド類の組成はヘスペリジンの比率が高い「べにばえ」、「たまみ」、「はれひめ」、「はるか」、「麗紅」、「イヨカン」とナリルチンの比率が高い「不知火」、「せとか」に区分された。ナリンギンはいずれの品種もわずかに含まれていた(図10)。

果皮に含まれる総フラボノイドはいずれの品種でも果汁に比べて極めて多く含まれていた(図11)。最も多く含まれていたのは「せとか」で、次いで「べにばえ」、「不知火」の順となり、「せとか」と「たまみ」、「はれひめ」、「はるか」および「イヨカン」との間には有意な差が認められた。フラボノイド類の組成は品種によってかなり異なっており、大

別すると以下の4つのタイプに分類された(図12)。

- ①ヘスペリジンを最も多く含み、ナリルチンも比較的多いタイプ:「不知火」、「はるか」、「イヨカン」
  - ②ヘスペリジンとノビレチンを比較的多く含むタイプ:「べにばえ」、「たまみ」、「麗紅」
  - ③ヘスペリジン、ナリルチン、ヘプタメトキシフラボンをほぼ同じ割合で含むタイプ:「はれひめ」
  - ④ナリルチンを高い割合で含むタイプ:「せとか」
- なお、ネオヘスペリジン、ナリンギンおよびナツダイダイはいずれの品種もわずかに含まれているかあるいは含まれていなかった。

#### (2) オーラプテン

いずれの品種も果皮にオーラプテンを含んでおり、その量は「べにばえ」、「麗紅」が多く、「はるか」、「イヨカン」が少なかった(図13)。特に「べにばえ」は2.39mg/mlと「はるか」や「イヨカン」の約6倍の含量であった。

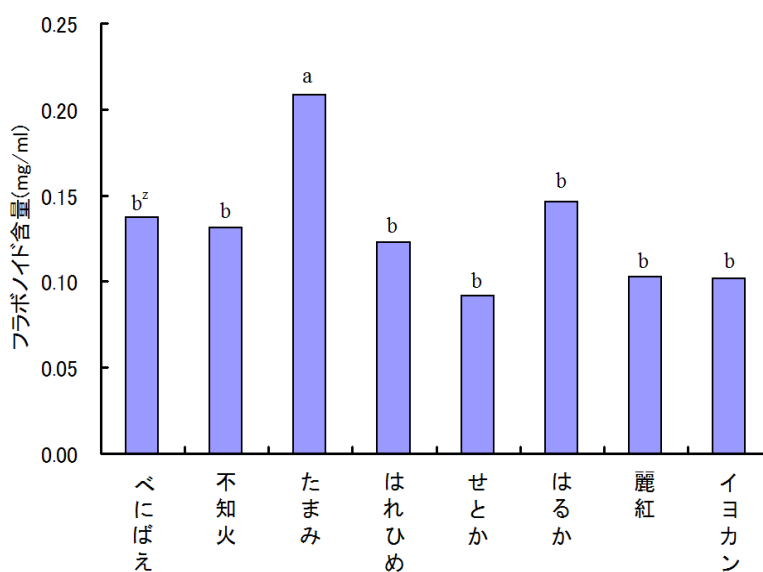


図9 果汁に含まれる総フラボノイド含量

<sup>z</sup> 異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%レベルで有意差あり

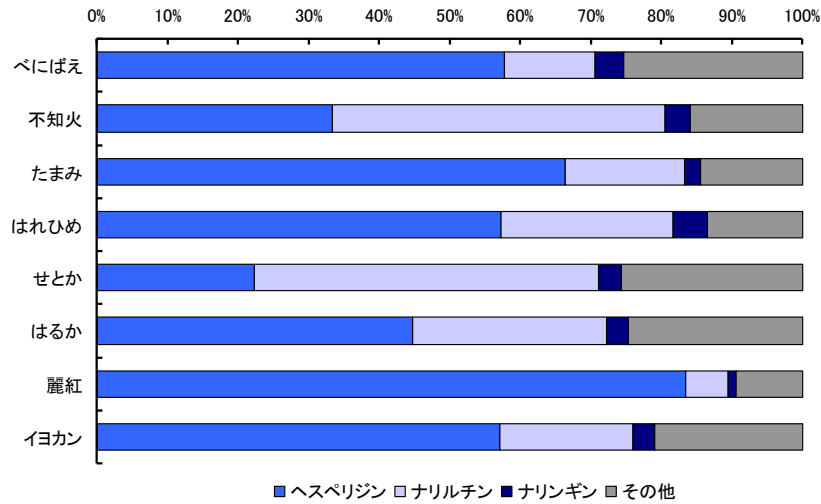


図10 果汁に含まれるフラボノイド組成の品種間差異

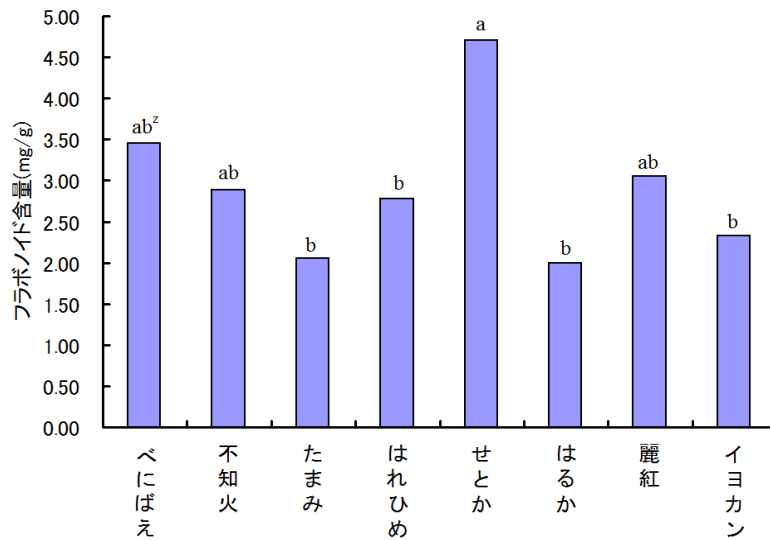


図11 果皮に含まれる総フラボノイド含量

<sup>z</sup> 異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%レベルで有意差あり

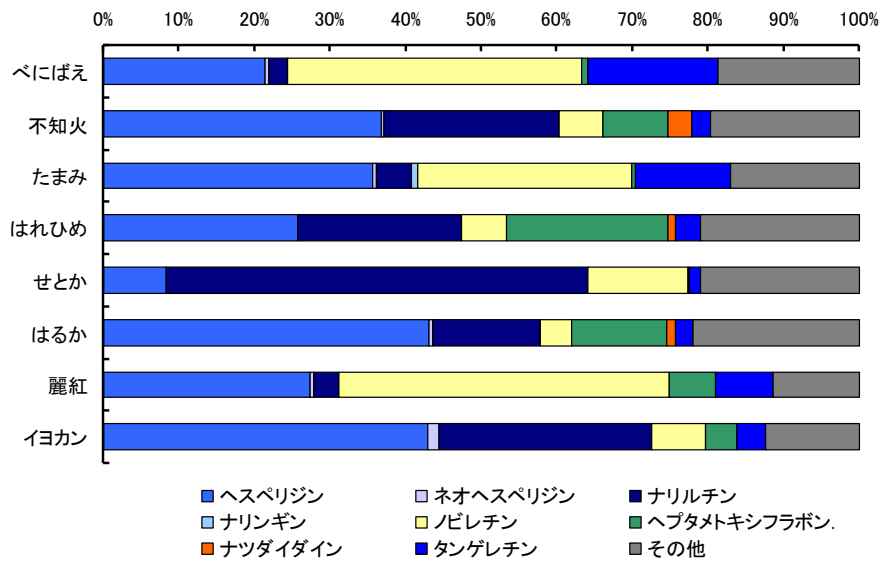


図12 果皮に含まれるフラボノイド組成の品種間差異



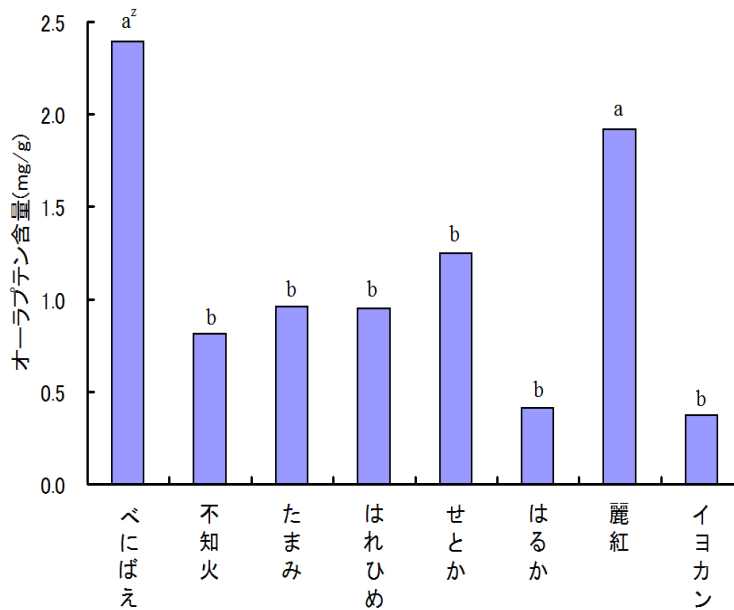


図 13 果皮に含まれるオーラプテン含量

<sup>2</sup> 異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%レベルで有意差あり

## 4. 考察

### 1) 糖組成の品種間差異について

果実には還元糖であるブドウ糖，果糖と非還元糖であるショ糖，さらにソルビトールなどが存在している，その組成割合は果実の種類によりいくつかのパターンに分類され，ウンシュウミカンにはショ糖が50%以上占めるショ糖型とされている<sup>11)</sup>．また，大東ら<sup>2)</sup>は「宮内イヨ」，「吉田ネーブル」など6品種で，伊藤ら<sup>10)</sup>は「ポンカン」，「タンカン」，「宮迫系普通温州」で糖組成の時期別変化を調査した結果，成熟に伴いブドウ糖と果糖の結合によりショ糖が増加したとしている．本試験は成熟期のみの調査であるが，すべての品種でショ糖が最も多く，既報と一致した．

その中でも特異的な組成を示したのが「たまみ」で，ショ糖の割合が91.5%と極めて高く，ブドウ糖は含まれていなかった．「たまみ」は2006年に種苗登録された品種で果肉のβ-クリプトキサンチンがウンシュウミカンの約2倍含まれている<sup>24)</sup>が，ショ糖含量が多いことはこれまで報告されていない．ショ糖含量が多い原因は明らかではないが，図4に示すようにヒトが感じる甘さを示す甘味度が高いことから可溶性固形物率で示す値以上に甘さを感じられることを意味している．

ところで，結果の項で述べたように可溶性固形物

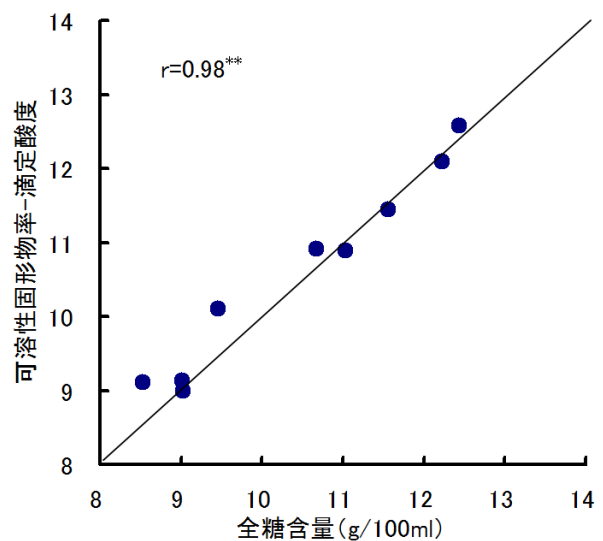


図 14 全糖含量と滴定酸度で補正した可溶性固形物率の関係

率と全糖含量の間には高い正の相関がみられたが，可溶性固形物率は全糖含量より高い値を示した．このことについて，樽谷ら<sup>19)</sup>は屈折計示度，すなわち可溶性固形物率には有機酸が影響していることを指摘している．そこで，全糖含量と可溶性固形物率から滴定酸度を減じた値との相関をとって見たところ， $r=0.98$ と非常に高い正の相関が得られた（図14）．事例が少ない

ため、今後検証が必要であるが、可溶性固形物率から糖含量を推定する手法として利用できる可能性がある。

## 2) 有機酸組成の品種間差異について

カンキツは他の果実と比べ、有機酸が多く、その多少は食味に大きく影響する。カンキツで最も多く含まれるのはクエン酸であり、有機酸含量に占めるその割合は大東ら<sup>3)</sup>によると「宮内イヨ」、「吉田ネーブル」など6品種で80~90%、伊藤ら<sup>10)</sup>によると「ポンカン」とウンシュウミカンで77%、「タンカン」で86%となっている。本試験の結果でも「はるか」を除けば、最もクエン酸の比率が低い「天草」で88%、最も高い「麗紅」で97%と既報とほぼ一致した。

酸組成で特異的な分布を示したのが「はるか」で、クエン酸とリンゴ酸がほぼ半数を占めていた。松本ら<sup>14)</sup>の報告では、「はるか」のクエン酸の比率は9月では75%であったが、成熟期の2月以降は40%まで低下し、リンゴ酸と同程度になったとしており、本試験の結果もほぼ一致した。先に述べたように有機酸の量や種類は食味に大きな影響を及ぼすが、松本ら<sup>14)</sup>は「はるか」の特徴である「後味がさっぱりした食味」はリンゴ酸が持つ「爽快感」が食味として強調されるのではないかと指摘している。

なお、図2に示したように滴定酸度は有機酸より低い値を示した。これは滴定酸度が遊離酸のみを定量しているのに対し、HPLCによる有機酸の測定値は遊離酸と結合酸を合計したものである<sup>6)</sup>ことに起因すると考えられる。全有機酸に占める結合酸の割合は、Matsumotoら<sup>13)</sup>の「宮川早生」、「杉山温州」、「今村温州」での調査によるといずれの品種でも23%程度、伊藤ら<sup>10)</sup>の「ポンカン」、「タンカン」、「宮迫系普通温州」での調査によると29~35%であったと報告している。

## 3) アミノ酸組成の品種間差異について

成熟期中晩生カンキツの果肉に含まれる総アミノ酸含量は50~220mg/100gと報告によってかなりの差がみられる<sup>4), 7), 22)</sup>。本試験の結果でも最も多い「不知火」で386mg/100g、最も少ない「せとか」で189mg/100gと2倍近い差が認められた。アミノ酸含量は品種、栽培条件、気象、年次の違いなどでかなりの幅を示し、また栽培時における窒素施肥量との関係が顕著である<sup>11)</sup>。今回、栽培条件等を揃えた樹からサンプリングしたわけではないので、この差を

品種間の差異だけで論じることは乱暴であり、今後、事例を重ねる必要がある。

成熟期のアミノ酸組成について、富永<sup>22)</sup>は「ポンカン」で、橋永ら<sup>7)</sup>は「キンカン」と「ポンカン」で、松添ら<sup>15)</sup>は「不知火」で成熟期や貯蔵中にプロリンとアルギニンの含量が増加すると、大東ら<sup>4)</sup>は「宮内イヨ」、「吉田ネーブル」、「ハッサク」で収穫前にプロリンが急激に増加するとそれぞれ報告している。本試験でもすべての品種で成熟期にアルギニンが最も多く、プロリンも多く含まれており、今回試験を行った品種においてもこれらの報告と一致した。

## 4) フラボノイド類の品種間差異について

藤川ら<sup>5)</sup>は「スイートスプリング」、ウンシュウミカン、「ハッサク」で、市ノ木山ら<sup>8)</sup>は香酸カンキツの「新姫」、「タチバナ」、「シクワーサー」でそれぞれフラボノイドの含量や組成が異なると報告している。本試験でも供試した8品種で総フラボノイド含量が最も多い品種と最も少ない品種では果汁、果皮ともに約2.3倍の開きがみられたようにカンキツ品種間の差は大きいものと考えられる。

寺本(稲福)ら<sup>20)</sup>は沖縄の在来カンキツ遺伝資源30個体のポリメトキシフラボン組成を調査した結果から、「シクワーサー」、「カブチー」、「オーター」およびその他の3つのグループに大別している。本試験では供試した品種をフラボノイド組成から4つのグループに分類したものの、今回調査していない他の品種では組成が異なっていることは十分考えられる。

野方<sup>17)</sup>はカンキツ45種について、果実各部位ごとにフラボノイド組成を詳細に調査している。それによると果皮ではフラバノン類のヘスペリジン、ナリルチンが多く含まれ、それ以外にもネオポンシリンやポリメトキシフラボノイドであるノビレチン、タンゲレチンなどが含まれ、果汁ではヘスペリジンやナリルチンが含まれているもののその量は果皮やフラベド、アルベドと比較し極めて少なかったとしている。筆者らが行った香酸カンキツ「ゆうこう」の試験でも同様の結果を得ている<sup>21)</sup>。本試験の供試品種に香酸カンキツは含まれていないが、同様の結果であり、果皮は果汁よりも20倍程度フラボノイド類を含有していることが明らかとなった。

## 5) 果皮に含まれるオーラプテンについて

オーラプテンはクマリンにゲラニルオキシシル基が

結合したクマリン化合物で、これまでにその機能性は発がん抑制作用を中心に研究され<sup>17)</sup>、それ以外にも血清トリグリセリドの濃度低下効果も確認されている<sup>1)</sup>。オーラプテンは主にブント類などカンキツの果皮に多く含まれているが<sup>9), 18)</sup>、この成分をターゲットとして果肉にも多く含む品種も育成されて

いる<sup>12)</sup>。ここでは中晩生カンキツの果皮に含まれるオーラプテンの品種間差異を調査した結果、品種によりその量は異なるものの、多くの中晩生カンキツの果皮に含まれていることが判明した。今後、果皮の有効利用について検討する必要がある。

## 5. 摘要

近年育成された中晩生カンキツ数品種について、果実に含まれる糖、酸、アミノ酸およびフラボノイド類の組成を調査し、品種間差異を検討した。その結果、下記のことが明らかとなった。

- 1) 糖の組成は「たまみ」を除いて、ショ糖が50～70%と最も多く、ブドウ糖と果糖がそれぞれ15～25%であった。「たまみ」は他の品種と組成が大きく異なっており、ブドウ糖が存在せず、ショ糖が91.5%、果糖が8.5%とショ糖の比率が極めて高かった。
- 2) 有機酸の組成は「はるか」を除いてクエン酸が

85～97%を占めており、残りはリンゴ酸であった。「はるか」は他の品種と組成が大きく異なっており、クエン酸とリンゴ酸がほぼ同等の割合で含まれていた。

- 3) アミノ酸の組成はすべての品種でアルギニンが最も多く含まれ、次いでプロリンあるいはセリンが多かった。
- 4) フラボノイド類は果汁よりも果皮に多く含まれていた。その組成は品種によって異なり、ヘスペリジン、ナリルチン、ノビレチン、ヘプタメトキシフラボンの割合で4つのタイプに分類された。

## 6. 引用文献

- 1) 赤星亜朱香, 金田尚子, 下田亜沙子, 西村和子, 南 美幸, 工藤康文, 菅野道廣: 柑橘果皮およびオーラプテン濃縮物がラット血清成分および組織脂肪酸組成に及ぼす影響, 日本食品科学工学会誌, 51(3), 161-166(2004)
- 2) 大東 宏, 富永茂人: 瀬戸内地域における中晩生カンキツ果実の品質に関する研究 第2報 果汁中糖組成と含量の時期別変化, 四国農業試験場報告, 37, 53-61(1981)
- 3) 大東 宏, 富永茂人: 瀬戸内地域における中晩生カンキツ果実の品質に関する研究 第3報 果汁中有機酸組成と含量の時期別変化, 四国農業試験場報告, 37, 63-74(1981)
- 4) 大東 宏, 富永茂人: 瀬戸内地域における中晩生カンキツ果実の品質に関する研究 第4報 果汁中アミノ酸組成と含量の時期別変化, 四国農業試験場報告, 37, 75-85(1981)
- 5) 藤川 護, 藤澤浩子, 八木利枝, 柴崎博行: スイートスプリング用途拡大に向けた取り組み, 香川県産業技術センター研究報告, 11, 91-93(2011)
- 6) 藤原孝之, 磯崎真英, 小西信幸, 坂倉 元: 電気伝導度法によるトマトおよびイチゴ果汁の遊離有機酸濃度の測定, 日本食品科学工学会誌, 47(3), 227-232(2000)
- 7) 橋永文男, 伊藤三郎: キンカンとポンカン果実の成熟及び貯蔵中の遊離アミノ酸含量とエセホン処理の影響, 鹿児島大学農学部学術報告, 40, 37-42(1990)
- 8) 市ノ木山浩道, 前川哲男, 後藤正和: 香酸カンキツ‘新姫’の全果実および部位別フラボノイド成分量, 園芸学研究, 11(3), 387-391(2012)
- 9) 稲葉元良, 杉山泰之, 濱崎 櫻, 久松 奨: 中晩柑類に含まれる機能性成分オーラプテン, 静岡県柑橘試験場研究報告, 31, 7-10(2002)
- 10) 伊藤三郎, 橋永文男, 沢 大作: 亜熱帯性果実の果汁品質に関する研究 I. ポンカン, タンカンの有機酸, 糖分および香気成分等の時期別変化, 鹿児島大学農学部学術報告, 25, 73-83(1975)

- 11) 伊藤三郎, 山内直樹, 小林彰夫, 垣内典夫 : 果実の科学 3. 果実の栄養・食品科学, 朝倉書店, p47-102(1991)
- 12) 喜多正幸, 根角博久, 國賀 武, 中嶋直子, 吉岡照高, 太田 智, 瀧下文孝, 小川一紀, 吉田俊雄 : カンキツ新品種 ‘オーラスター’, 園芸学研究, 2011(別2), 320(2011)
- 13) Akiyoshi Matsumoto, Shin-ichi Shiraiishi : Seasonal Changes in the Titratable Acids of Satsuma Mandarin Fruit, *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 49(4), 512-518(1981)
- 14) 松本和紀, 堀江裕一郎, 大庭義材 : カンキツ新品種 ‘はるか’ の成熟に伴う有機酸および糖の変化, 福岡県農業総合試験場研究報告, 19, 68-71(2000)
- 15) 松添直隆, 圖師一文, 森 綾子, 有田 愛, 我如古菜月, 近藤謙介, 木村宏和, 藤田賢輔, 白土英樹 : 低温貯蔵中におけるカンキツ ‘不知火’ 果実の糖, 有機酸, アミノ酸, アスコルビン酸およびカロテノイド含量の変化, *日本食品保蔵科学会誌*, 35(6), 301-308(2009)
- 16) 野方洋一 : カンキツ果実の機能性成分の検索とその有効利用に関する研究, 近畿中国四国農業研究センター研究報告, 5, 19-81(2005)
- 17) 小川一紀 : カンキツの加工・機能性, *日本食品科学工学会誌*, 60(10), 603-608(2013)
- 18) 岡本佳乃 : 高知県特産柑橘の加工利用に関する研究, 高知県工業技術センター研究報告, 36, 11-13(2005)
- 19) 樽谷隆之, 北川博敏, 馬場 稔 : 果実の品質に関する研究 第2報 糖用屈折計の示度と果実成分との関係, *日本食品工業学会誌*, 14(7), 12-15(1967)
- 20) 寺本(稲福) さゆり, 山本雅史, 金城秀安, 北島 宣, 和田浩二, 川満芳信 : 沖縄本島北部のカンキツ遺伝資源およびそのポリメトキシフラボン含量, *園芸学研究*, 9(3), 263-271(2010)
- 21) 徳嶋知則, 林田誠剛, 小川一紀, 根角博久 : 香酸カンキツ ‘ゆうこう’ の果皮および果汁中のフラボノイド, *園芸学会雑誌*, 75(別2), 397(2006)
- 22) 富永茂人 : ポンカン (*Citrus reticulata* Blanco) 果実の品質向上に関する研究, 鹿児島大学農学部学術報告, 39, 17-87(1989)
- 23) 都築洋次郎, 山崎潤三 : 果糖その他の糖類の甘味度について, *日本化学雑誌*, 74(8), 596-601(1953)
- 24) 吉田俊雄, 根角博久, 吉岡照高, 中嶋直子, 國賀 武 : カンキツ新品種 ‘たまみ’, *園芸学会雑誌*, 74(別1), 236(2006)

## Summary

I investigated composition of the sugar, organic acid, amino acid and flavonoids included in several cultivar of medium-late maturing citrus fruit that bred in late years, and examined the difference between cultivar. As a result, follows became clear.

1) The sugar has most sucrose with 50-70% except "Tamami", and glucose and fructose were 15-25% each. "Tamami" is greatly different from other cultivar in composition, glucose does not exist, sucrose occupied 91.5%, and the ratio of sucrose was extremely high.

2) As for the composition of the organic acid, citric acid occupied 85-97% except "Haruka", and remainder was malic acid. "Haruka" is greatly different from other cultivars in composition, and citric acid and malic acid were almost included in the ratio of the same class.

3) Arginine be included most in the composition of the amino acid in all cultivars, then, there was much proline or serine.

4) Flavonoids were included a lot in a peel than fruit juice. The composition considerably varied according to a cultivar. Classified it in four types in the ratio of hesperidin(HSP), narirutin(NRT), nobiletin(NOB) and heptamethoxyflavone(HPM).